

无人机动力系统测试台软件-MET-V5

5.3

软件介绍及使用手册

灵翼飞航（天津）科技有限公司

地址：天津市滨海新区中新生态城动漫大厦B2-7层

电话：17600882627

网站：www.lyfh-tj.com

邮箱：wzx_lyfh@163.com

目录

一、 免责声明.....2

二、 注意事项.....3

三、 软件介绍.....4

四、 安装说明.....5

五、 使用说明.....6

 (一) LY单轴系列测试台 6

 (二) WF-CO共轴双桨测试台 13

一、免责声明

本声明适用于灵翼飞航（天津）科技有限公司的被许可人，包括购买本产品的用户、经授权的经销商、分销商、开发人员。在使用 MET-V5 动力系统测试台软件之前，请仔细阅读本声明及动力系统测试台硬件设备的使用条款，一旦使用，即被视为对本声明及使用条款全部内容的认可和接受。请严格遵守手册进行使用，在初次使用时遵循灵翼飞航（天津）科技有限公司专业人员指导进行操作，请勿自行替换其他版本软件系统，避免兼容性差异造成不必要的损害。

在操作 MET-V5 动力系统测试台软件时，因用户不当使用造成的任何损失，灵翼飞航（天津）科技有限公司将不承担任何责任。请仔细阅读以下条款：

1. 用户不按照操作手册调整动力系统测试台的参数设置，造成测试效果不佳或产品损坏的，本公司不予负责。
2. MET系列软件提供更新服务，用户可根据自身情况选择合适的版本。
3. 用户仅限于使用用户参数，厂家参数为出厂校准使用，用户请勿进行设置。
4. 因擅自改动、破坏动力系统测试台内部系统部件，导致动力系统测试台软件接收数据出现的错误，一旦查明非本公司产品自身问题的，本公司不予负责，且有权问责。
5. 用户在使用该软件前，请仔细阅读本款产品说明，因未按照本款产品说明造成的产品损坏及其他损失，本公司不予负责。

二、注意事项

无人机动力系统测试台工作时高速旋转的螺旋桨可能会对人身财产造成一定程度的伤害和破坏，因此在使用动力系统测试台时，请务必注意安全。

1. 动力系统测试台应放置在独立的空间内。进行动力测试前，应确保周围环境安全，测试期间，没有操作员的允许，其他人不允许进入，以免造成人身伤害。
2. 请按照动力系统测试台允许的量程内进行测试，不得超过测试台最大量程。
3. 切勿贴近或接触旋转中的电机或螺旋桨，避免被旋转中的螺旋桨割伤。
4. 使用前请检查螺旋桨和电机转向是否正确。
5. 使用前请检查各零部件是否完好。如有部件老化或损坏，请更换新部件。
6. 操控员不得在饮酒、药物麻醉、头晕、乏力、恶心等其他身体状况不佳或精神状况不佳的情况下进行操作，以免造成伤害。
7. 软件发出报警时，应立即停止操作。

三、软件介绍

此手册编写目的是为了介绍本公司的无人机动力系统测试台配套的上位机控制软件。为了购买本公司产品的客户能够快速了解并操作使用，特此编写此用户手册。

1. MET-V5 动力系统测试台软件是专为无人机动力系统测试台设计的动力系统测试软件，与动力系统测试台进行连接，实现对无人机动力系统的测量和数据加工。

2. MET-V5 动力系统测试台适用于无人机、航模动力系统静态或动态下的拉力（推力）测试，可同时测量动力系统拉力、功耗与效率、发动机功耗与效率、螺旋桨桨效等数据。实时测试数据显示、实时数据图表显示、设备信息显示；实时数据存储，存储频率达10hz。

3. 测试台控制，包括控制油门、软件的数据清零、重启、读取和设置参数等。

4. 采用了航空级传感器、处理设备和先进算法，确保测量精确；同时采用立式测量方法，减小地面效应对测量的干扰。

5. 目前 MET-V5 动力系统测试软件可在Windows 系统环境下运行，用户请在灵翼飞航（天津）科技有限公司专业人员的指引下下载适合的软件版本。

6. 测试台数据分析，可以将测试台历史数据读入图表查看相关曲线。并对数据进行处理。根据采集频率对数据进行均值和极值滤波。

四、安装说明

1. 系统运行环境

◎CPU：推荐使用2Ghz及以上的标压CPU

◎内存：2G及以上

◎显卡：无要求

◎显示器：1366*768分辨率或以上

◎操作系统：Windows7、Windows8、Windows10

◎软件依赖项：Excel办公软件、.NetFrameWork4、.NetFrameWork4.6.2

2. 安装和初始化



名称	修改日期	类型	大小
 MET-V5.3.msi	2020/10/20 14:58	Windows Installer ...	2,961 KB
 MET-V5.3免安装版本.rar	2020/10/20 15:14	360压缩 RAR 文件	1,904 KB

图1 软件安装包

打开U盘程序文件如上图1所示，请双击MET-V5.3.msi 运行安装程序。然后根据提示安装即可。

桌面上会新建 名为 “MET-V5.3” 的快捷方式。MET-V5.3是测试台上位机软件的操作程序，用于数据显示、存储以及测试台控制。软件内置有测试数据分析软件，用于测试台测试数据的辅助分析，包括图表趋势分析，油门均值分析，数据表格、图形化显示和处理等。

五、使用说明

MET-V5.3版软件可支持LY单轴系列测试台和WF-CO共轴双桨测试台数据采集、油门控制、自动测试、数据保存及数据分析等功能。

软件启动后，请选择首页-菜单栏中的配置菜单，打开设置页面：



图2 系统设置界面

如图2所示：选择系统设置中对应的测试台类型及测试台型号后，点击“应用”按钮，系统会提示“应用设置成功，重启后生效”字样对话框。点击确定后，系统会自动重启，并切换到设置的测试台模式。

以下分别介绍LY单轴系列测试台模式操作功能和WF-CO共轴双桨测试台模式操作功能。

（一）LY单轴系列测试台

1. 软件主界面

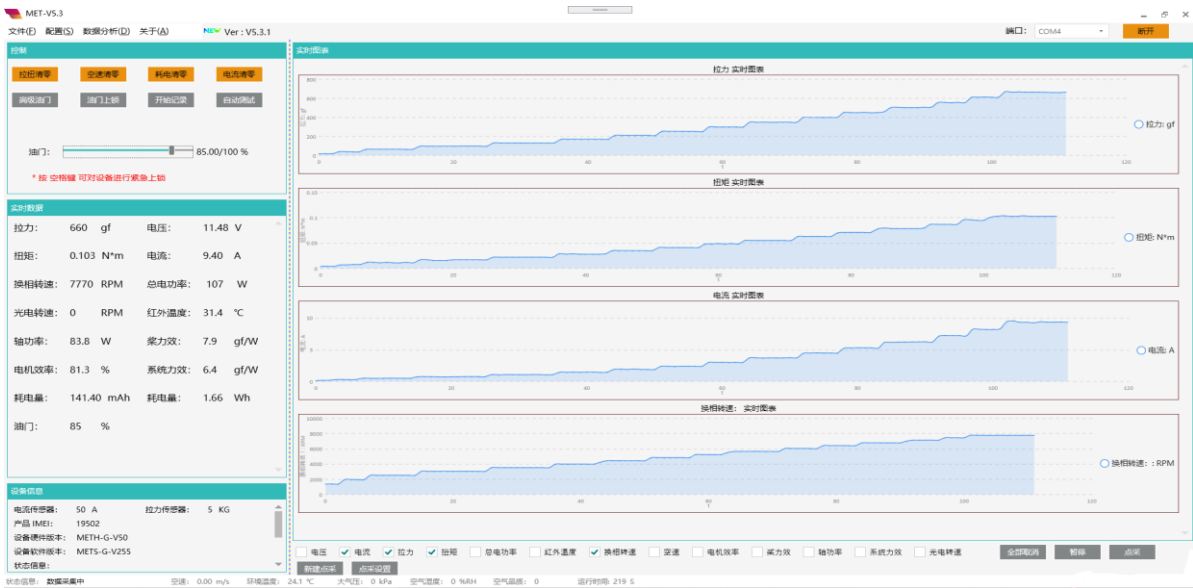


图3 LY单轴系列测试台主界面

如图3所示为软件启动后的主界面，包括设备控制、实时数据查看、实时图表监控、设备运行状态及设备信息查看等功能。

“控制”框是测试台操作相关的功能，包括：拉扭清零、空速清零、耗电清零、电流清零、高级油门、油门上锁/解锁、记录数据、自动测试以及油门控制等。

注：按钮为橙色表示按钮不可用。

（1）拉扭清零

在一些情况下测试台开始测试前显示的拉力数据不为零。所以需要手动将拉扭清零然后开始测试。如果不进行清零设置，测试后显示的拉力可能大于或小于真实拉力。拉扭清零中包括拉力、扭矩清零。在使用过程中可能因为电调连接或者其他外力原因，产生固定误差。建议先推油门然后停止看拉力显示。如果不为零则清零后数据更准确。

（2）空速清零

在一些情况下测试台开始测试前显示的空速数据不为零。需要手动将空速清零然后开始测试。

（3）耗电量清零

测试台开始工作前需要重新计算耗电量时可以将当前计算的耗电量清零并显示出来。

（4）油门解锁/上锁

出于安全考虑，软件中添加了一个油门锁。在油门上锁期间不接受输出油门的命令控制。油门输出恒为所设置的油门最低值，在解锁的同时测试台运行的时间将被重置。后台数据存储也会储存为一个新的数据日志文件。油门解锁期间，拉力清零、空速清零和耗电量清零都不允许操作，自动测试允许使用。油门上锁期间，拉力清零、空速和耗电量清零允许操作，但是自动测试不允许使用。

注：显示命令被拒绝时是因为油门输入有信号，测试台不允许信号输入时输出信号。

“实时数据”框显示测试台采集和计算出的数据，数据更新频率3hz

“设备信息”框中会在设备连接后读取设备的详细信息和设备警告信息

“实时图表”框中可添加下方要显示的数据，数据刷新频率1hz

注1：使用过程中部分数据可能无法显示，如“光电转速”、“空速”、“大气压”、“空气湿度”等。此类数据依赖于测试台选配配置，硬件选配配置中包含此部分才会显示。

注2：软件系统启动后，插上设备USB连接线，系统会自动搜索并连接设备，进行通讯。

2. 测试数据

MET-V5 动力系统测试台软件 Windows 版包含多种数据测量功能，可以直观实时监测测试数据。

◎电压(V)：测试台动力系统的供电电压。

◎电流(A)：动力系统消耗的电流，不包含测试台工作消耗的电流。

◎拉力(g)：测试台拉力传感器采集拉力对于拉力“零”的变化值。

◎扭矩(N*M)：测试台扭力传感器采集值乘以力臂（N * M）。

◎实时功率(W)：当前时间测试台动力系统消耗的功率。

◎转速(rpm)：电机当前时刻每分钟的转数。

◎电机温度(℃)：当前时刻电机的温度。

◎油门输入(%)：当前时刻PWM输入通道的占空比对应的油门百分比，只是检测的输入量。此时测试台上的油门输出量和此值无关。

◎电机输出(W)：指当前状态电机电调一整套动力系统输出的功率。扭矩 * 转速。

◎电机效率(%)：该电机效率指的是电机和电调的综合效率。电机输出/系统输入(实时功率)。

◎桨力效(g/w)：当前状态下，螺旋桨产生拉力对应电机输出的效率。拉力/电机输出。

◎系统力效：当前状态下螺旋桨产生的拉力对应系统输入的效率。拉力/系统输入（实时功率）。

◎桨输出：当前状态下动力系统产生的拉力对应的输出功率。拉力 * 空速（仅在动拉力测试中有效）。

◎桨效率：当前状态下系统输出对应电机输出的效率。系统输出/电机输出（仅在动拉力测试中有效）。

◎系统效率：当前状态下系统输出对应系统输入功率的效率。系统输出/系统输入（实时功率）（仅在动拉力测试中有效）。

3. 油门控制

油门控制是测试台控制的重要功能，可以控制测试台电机的油门大小。油门控制分为普通油门控制和高级油门控制。

普通油门控制，用鼠标直接拖动控制框里的油门条即可达到控制油门大小的作用。

高级油门控制，点击控制框中的高级油门按钮，会切换到高级油门控制界面。



图4 高级油门界面

如下图4所示：高级油门可提供更丰富的油门设置功能。可以定量增加油门，定量增加PWM。

直接设置油门输出量。若想直接设置PWM输出可以在“设置输出PWM”框中输入正确数值按“Enter”键。建议谨慎操作，不要使油门输出跨度过大。

注：油门控制的前提是设备是解锁状态，否则是不可以控制油门的。

4. 数据采集存储

数据采集存储是对测试台测试过程的数据进行保存，以便于后期分析等。该系统可以手动控制记录数据以及自动记录数据。MET-V5.3版本软件增加了数据点采功能，即点击一次可以存储一条数据，该条数据是设定的单位时间内的数据均值。

在执行自动测试时，无需控制系统会根据自动测试起止时间自动进行测量数据的存储。

在手动测试时，在点击控制框中的开始/停止记录按钮，随时控制记录数据。

如图5所示点采功能位于界面的右下角，包括点采、新建点采和点采设置三个功能按钮，点击点采按钮，可进行一次数据的采集记录，数据采集时，该按钮和新建点采按钮的状态为禁用状态，当采集完毕后，按钮恢复正常。可进行下次的点采操作，每次的点采记录会记入同一个文件。如果想要重新建立一个文件记录，则点击新建点采按钮，系统会新建一个数据文件并进行一次数据记录。点采设置按钮是对点采采集数据均值数量的设置，例如：设置为10，即点击点采后，连续采集10条数据做均值记入数据文件。



图5 点采功能界面

5. 自动测试

自动测试是测试台自动化测试的功能。

点击控制框“自动测试”按钮，即可开始自动测试；点击“停止测试”按钮，可立即终止自动测试。

自动测试的油门大小及持续时间等规则逻辑设置在系统设置-自动测试界面中设置。通过自动测试设置页面可以在不同阶段设置固定的油门来采集数据。具体配置如下图6所示：

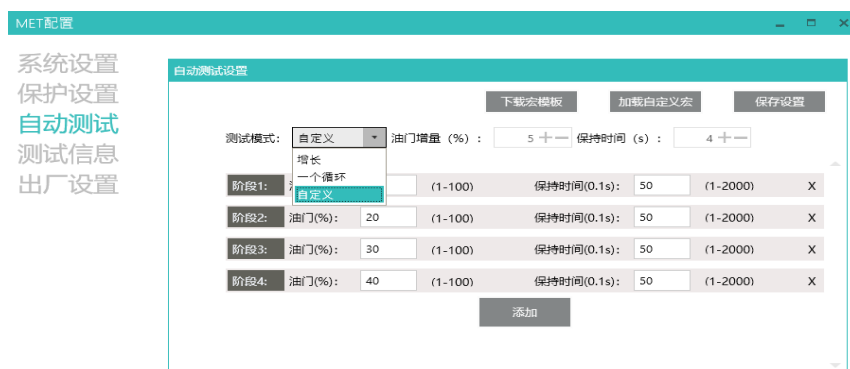


图6 自动测试界面

测试模式分为：增长，循环和自定义

增长和循环模式都是间隔保持时间的秒数增加油门增量的油门值。不同的是增长模式油门增加到100%后停止测试。而循环模式会在油门增长到100%在维持“保持时间”的秒数后再递减“油门增量”到0%后停止测试。

自定义模式中油门增量和保持时间无效。每个阶段根据上图中的阶段选项设置。

另外，自定义模式中还可以加载用户自定义宏。

6. 数据分析

在测试完成并上锁后新的日志将完成记录。日志文件保存在此电脑/文档/MET Chart/Log 的目录下。日志会以开始测试的时间作为文件名，格式为csv。日志文件可以用办公软件打开。测试台上位机软件会配套一个日志数据分析软件。在主界面单击“数据分析”菜单即可启动。

数据分析可作为相对独立的功能存在于系统中，主要包括数据日志加载查询展示，油门均值导出等功能。

(1) 数据分析（图表视图）：

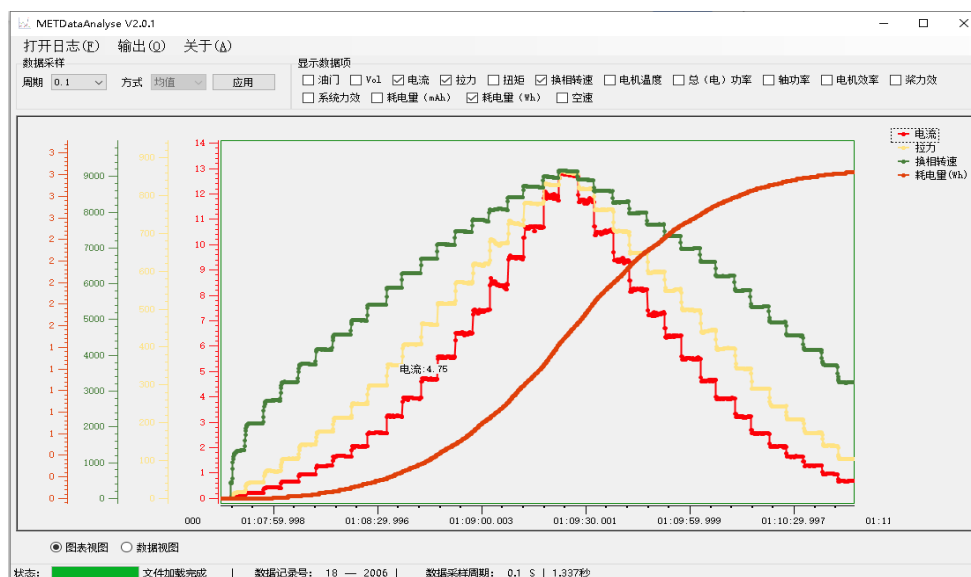


图7 数据分析（图标视图）界面

启动功能后，系统会自动打开加载最后一次的测试数据记录。

数据加载成功后，默认显示图表视图格式，自适应显示该次的整个数据趋势。

按鼠标左键可以拖动趋势图，，通过按“Ctrl”键+拖动鼠标，对趋势图进行放大缩小的细节查看。

鼠标滑到某趋势点时，在趋势点上方会显示出该点的具体参数名及当前数值。

点击选择左下角数据视图模式，可查看具体的测试数据，如下图8所示：



图8 数据分许（数据视图）界面

点击菜单，打开日志，选择测试记录日志后，选择的记录日志，会以数据表格视图，及图表趋势视图方式直观展示给用户。

(2) 油门均值导出

数据辅助分析软件中的一个重要功能是油门均值导出，可以把测试的数据记录，按照设置的滤波数量，剔除不稳定数据后，统计计算出每个油门点的均值数据，并形成油门均值数据文件供用户查询分析及存档。

如图9所示：选择输出中的油门均点值，可以将油门均点值的数据直接保存为EXCEL格式。

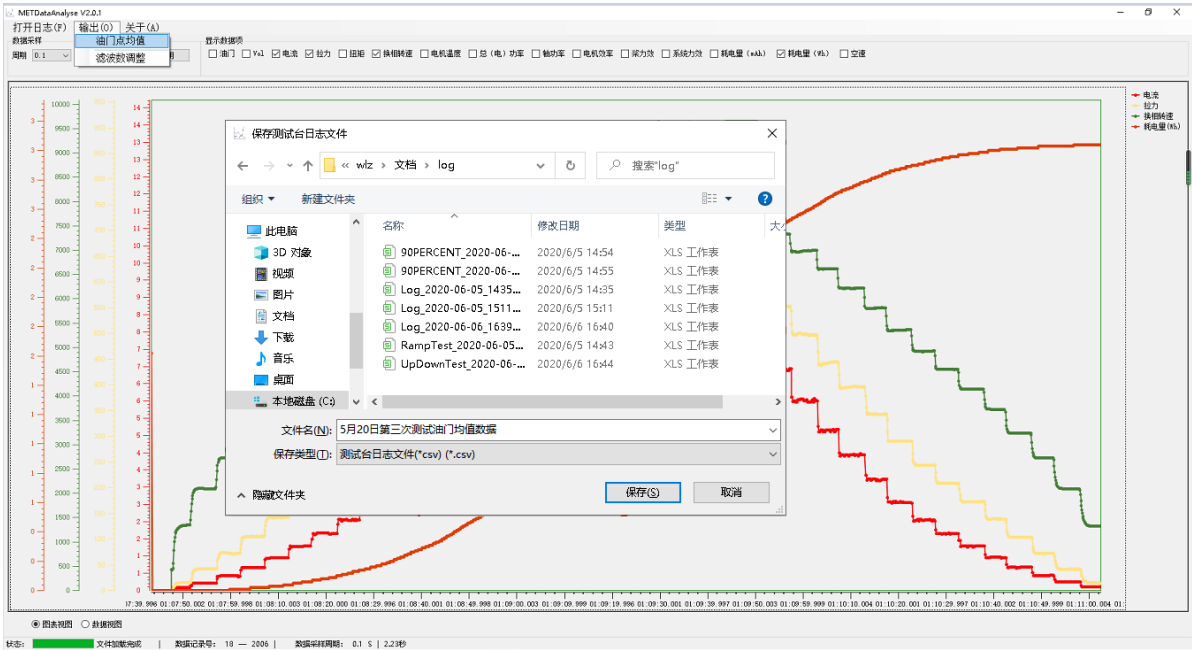


图9 油门均值导出界面

注：导出数据前，可根据测试的电调、电机、桨的情况特性，从滤波数调整菜单进行滤波数调整，以达到更优良，更精准的结果。

7. 其他配置

配置窗口，包括系统设置、保护设置、自动测试、测试信息、出厂设置，五个功能栏目。

“系统设置” 栏包含软件配置和测试台参数配置

“保护设置” 栏用于设置测试台状态保护。达到报警值可以报警和关断油门。

处于安全考虑，软件对某些敏感参数如：电压、电流、温度、转速、耗电量进行了超限监测，如果超过安全保护的数值，软件会做出相应的动作，比如：警告提醒及关闭油门等。监测参数范围可在系统配置-保护设置界面设置。如下图10所示：



图10 保护设置

“测试信息” 栏用于设置测试的电机、桨等信息，便于系统自动生成测试报告用

“出厂设置” 栏用于进入开发者模式，可以设置测试台计算参数，此模式用于设备调试，普通用户请勿操作。

(二) WF-C0共轴双桨测试台

1. 软件主界面

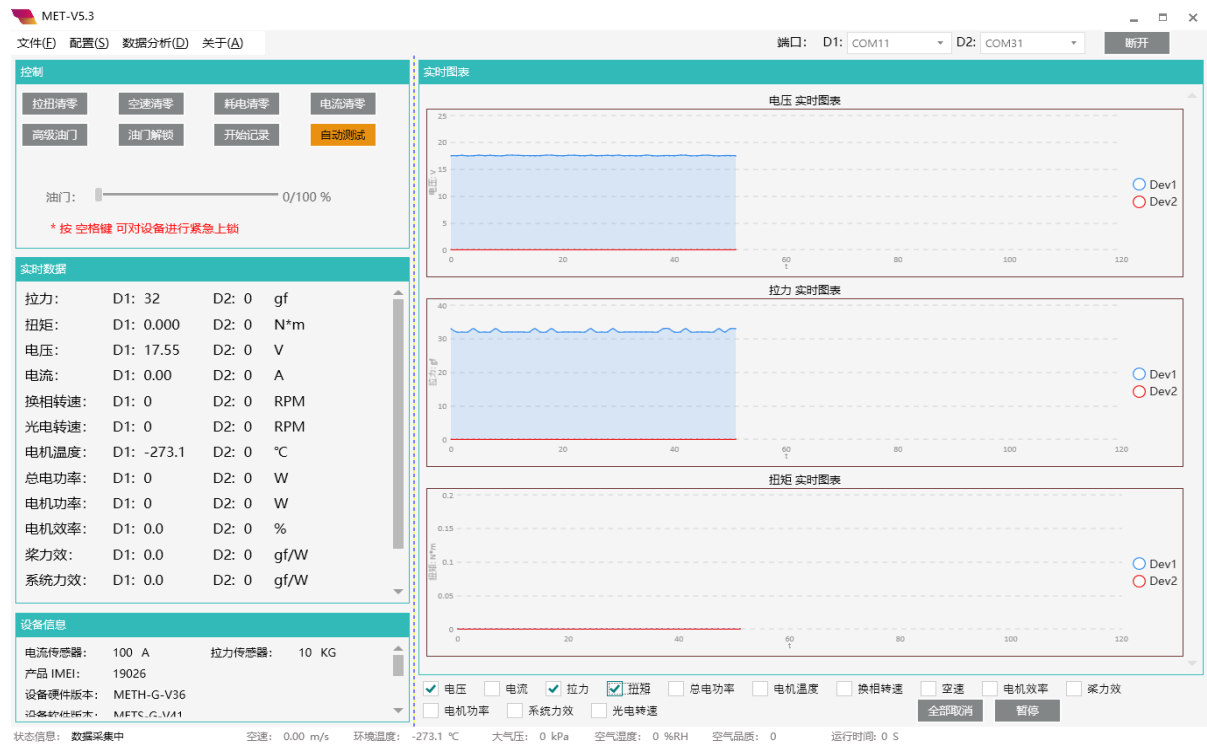


图11 WF-C0共轴双桨测试台主界面

如上图11所示为共轴双桨测试台软件主界面，包括设备控制、实时数据查看、实时图表监控、设备运行状态及设备信息查看等功能。

控制”框是测试台操作相关的功能，包括：拉扭清零、空速清零、耗电清零、电流清零、高级油门、油门上锁/解锁、记录数据、自动测试以及油门控制等。

注：按钮为橙色表示按钮不可用。

(1) 拉扭清零

在一些情况下测试台开始测试前显示的拉力数据不为零。所以需要手动将拉力清零然后开始测试。如果不进行清零设置，否则测试后显示的拉力可能大于或小于真实拉力。拉力清零中包括扭矩清零。在使用过程中可能因为电调连接或者其他外力原因，产生固定误差。建议先推油门然后停止看拉力显示。如果不为零则清零后数据更准确。

(2) 空速清零

在一些情况下测试台开始测试前显示的空速数据不为零。需要手动将空速清零然后开始测试。

(3) 耗电量清零

测试台开始工作前需要重新计算耗电量时可以将当前计算的耗电量清零并显示出来。

(4) 油门解锁/上锁

出于安全考虑，软件中添加了一个油门锁。在油门上锁期间不接受输出油门的命令控制。油门输出恒为所设置的油门最低值，在解锁的同时测试台运行的时间将被重置。后台数据存储也会储存为一个新的数据日志文件。油门解锁期间，拉力清零、空速清零和耗电量清零都不允许操作，自动测试允许使用。油门上锁期间，拉力清零、空速和耗电量清零允许操作，但是自动测试不允许使用。

注：显示命令被拒绝时是因为油门输入有信号，测试台不允许信号输入时输出信号。

“实时数据”框显示测试台采集和计算出的数据，同时显示共轴设备的两路数据，以D1设备和D2设备进行区分，数据更新频率3hz

“设备信息”框中会在设备连接后读取设备的详细信息和设备警告信息

“实时图表”框中可添加下方要显示的数据，同一参数的两路数据，在一个监测图表对比显示。数据刷新频率1hz

注：使用过程中部分数据可能无法显示，如“光电转速”、“空速”、“大气压”、“空气湿度”等。此类数据依赖于测试台选配配置，硬件选配配置中包含此部分才会显示。

2. 测试数据

MET-V5 动力系统测试台软件 Windows 版包含多种数据测量功能，可以直观实时监测测试数据。

◎电压(V)：测试台动力系统的供电电压。

◎电流(A)：动力系统消耗的电流，不包含测试台工作消耗的电流。

◎拉力(g)：测试台拉力传感器采集拉力对于拉力“零”的变化值。

◎扭矩(N*M)：测试台扭力传感器采集值乘以力臂 ($N * M$)。

◎实时功率(W)：当前时间测试台动力系统消耗的功率。

◎转速(rpm)：电机当前时刻每分钟的转数。

◎电机温度(℃)：当前时刻电机的温度。

◎油门输入(%)：当前时刻PWM输入通道的占空比对应的油门百分比，只是检测的输入量。此时测试台上的油门输出量和此值无关。

◎电机输出(W)：指当前状态电机电调一整套动力系统输出的功率。扭矩 * 转速。

◎电机效率(%)：该电机效率指的是电机和电调的综合效率。电机输出/系统输入(实时功率)。

◎桨力效(g/w)：当前状态下，螺旋桨产生拉力对应电机输出的效率。拉力/电机输出。

◎系统力效：当前状态下螺旋桨产生的拉力对应系统输入的效率。拉力/系统输入(实时功率)。

◎桨输出：当前状态下动力系统产生的拉力对应的输出功率。拉力 * 空速（仅在动拉力测

试中有效)。

◎桨效率：当前状态下系统输出对应电机输出的效率。系统输出/电机输出（仅在动拉力测试中有效）。

◎系统效率：当前状态下系统输出对应系统输入功率的效率。系统输出/系统输入（实时功率）（仅在动拉力测试中有效）。

3. 油门控制

油门控制是测试台控制的重要功能，可以控制测试台电机的油门大小。油门控制分为普通油门控制和高级油门控制。

普通油门控制，用鼠标直接拖动控制框里的油门条即可达到控制油门大小的作用，该油门条同时控制两路设备的油门，即两台电机在同一时刻均为相同的油门输入。

高级油门控制，点击控制框中的高级油门按钮，会切换到高级油门控制界面。



图12 高级油门界面

如图12所示：高级油门可提供更丰富的油门设置功能。两台电机可以分别被控制，可以定量增加油门，定量增加PWM。直接设置油门输出量。若想直接设置PWM输出可以在“设置输出PWM”框中输入正确数值按“Enter”键。建议谨慎操作，不要使油门输出跨度过大。

注：油门控制的前提是设备是解锁状态，否则是不可以控制油门的。

4. 数据采集存储

数据采集存储是对测试台测试过程的数据进行保存，以便于后期分析等。该系统可以手动控制记录数据以及自动记录数据。另外MET-V5.3版本软件增加了数据点采功能，即点击一次可以存储一条数据，该条数据是设定的单位时间内的数据均值。

在执行自动测试时，无需控制系统会根据自动测试起止时间自动进行测量数据的存储。

在手动测试时，在点击控制框中的开始/停止记录按钮，随时控制记录数据。

如图13所示点采功能位于界面的右下角，包括点采、新建点采和点采设置三个功能按钮，点击点采按钮，可进行一次数据的采集记录，数据采集时，该按钮和新建点采按钮的状态为禁用状态，当采集完毕后，按钮恢复正常。可进行下次的点采操作，每次的点采记录会记入同一个文件。如果想要重新建立一个文件记录，则点击新建点采按钮，系统会新建一个数据文件并进行一次数据记录。点采设置按钮是对点采采集数据均值数量的设置，例如：设置为13，即点击点采后，连续采集10条数据做均值记入数据文件。



图13 点采功能界面图

5. 自动测试

自动测试是测试台自动化测试的功能。

点击控制框“自动测试”按钮，即可开始自动测试；点击“停止测试”按钮，可立即终止自动测试。

自动测试的油门大小及持续时间等规则逻辑设置在系统设置-自动测试界面中设置。通过自动测试设置页面可以在不同阶段设置固定的油门来采集数据。具体配置如下图14所示：

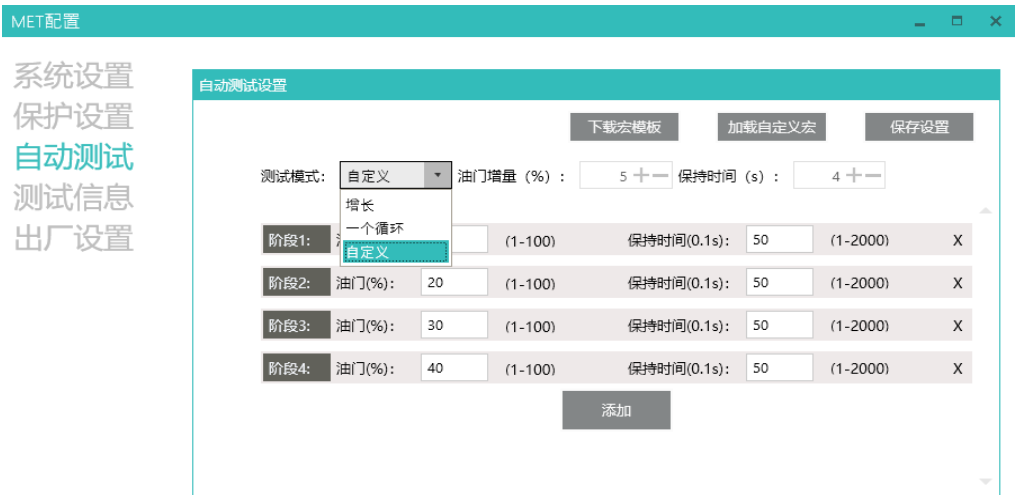


图14 自动测试界面

测试模式分为：增长，循环和自定义

增长和循环模式都是间隔保持时间的秒数增加油门增量的油门值。不同的是增长模式油门增加到100%后停止测试。而循环模式会在油门增长到100%在维持“保持时间”的秒数后再递减“油门增量”到0%后停止测试。

自定义模式中油门增量和保持时间无效。每个阶段根据上图中的阶段选项设置。

另外，自定义模式中还可以加载用户自定义宏。

6. 数据分析

在测试完成并上锁后新的日志将完成记录。日志文件保存在此电脑/文档/MET Chart/Log 的目录下。日志会以开始测试的时间作为文件名，格式为csv。日志文件可以用办公软件打开。测试台上位机软件会配套一个日志数据分析软件。在主界面单击“数据分析”菜单即可启动。

数据分析可作为相对独立的功能存在于系统中，主要包括数据日志加载查询展示，油门均值导出等功能。

（1）数据分析（图表视图）：

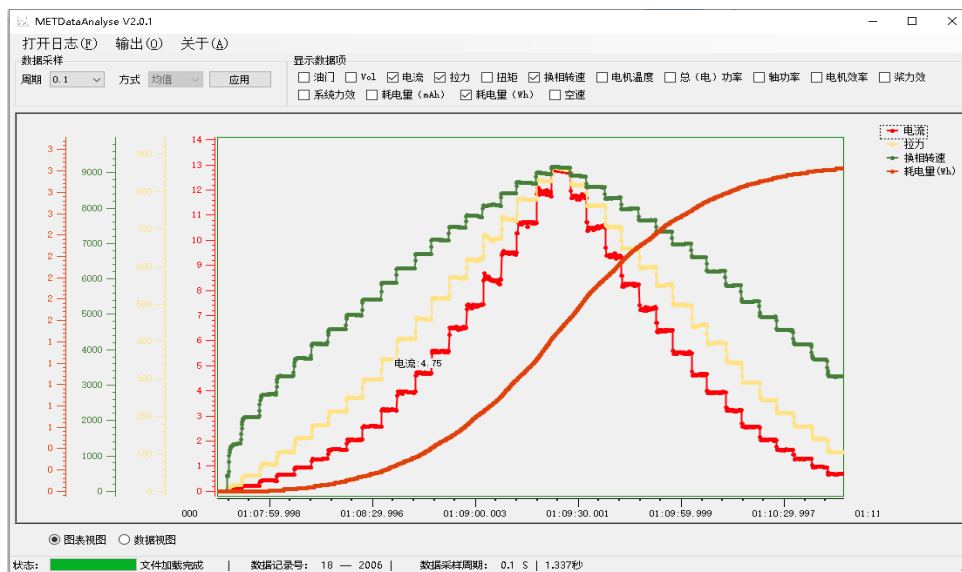


图15 数据分析（图表视图）界面

启动该软件后，系统会自动打开加载最后一次的测试数据记录。

数据加载成功后，默认显示图表视图格式，自适应显示该次的整个数据趋势。

按鼠标左键可以拖动趋势图，通过按“Ctrl”键+拖动鼠标，对趋势图进行放大缩小的细节查看。

鼠标滑到某趋势点时，在趋势点上方会显示出该点的具体参数名及当前数值。



点击选择左下角数据视图模式，可查看具体的测试数据，如下图16所示：

图16 数据分析（数据视图）界面

点击菜单，打开日志，选择测试记录日志后，选择的记录日志，会以数据表格视图，及图表趋势视图方式直观展示给用户。

（2）油门均值导出

数据辅助分析软件中的一个重要功能是油门均值导出，可以把测试的数据记录，按照设置的滤波数量，剔除不稳定数据后，统计计算出每个油门点的均值数据，并形成油门均值数据文件供用户查询分析及存档。

如图17所示：选择输出中的油门均值点值，可以将油门均值点值的数据直接保存为EXCEL格式。

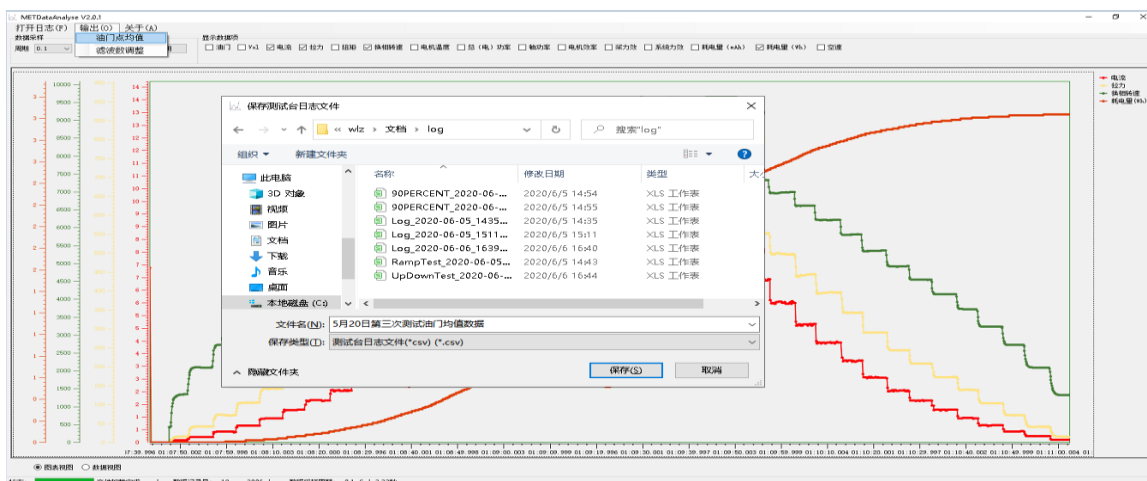


图17 油门均值点值导出界面

注：导出数据前，可根据测试的电调、电机、桨的情况特性，从滤波数调整菜单进行滤波数调整，以达到更优良，更精准的结果。

7、其他配置

配置窗口，包括系统设置、保护设置、自动测试、测试信息、出厂设置，五个功能栏目。

“系统设置”栏包含软件配置和测试台参数配置

“保护设置”栏用于设置测试台状态保护。达到报警值可以报警和关断油门。

处于安全考虑，软件对某些敏感参数如：电压、电流、温度、转速、耗电量进行了超限监测，如果超过安全保护的数值，软件会做出相应的动作，比如：警告提醒及关闭油门等。监测参数范围可在系统配置-保护设置界面设置。如下图18所示：



图18 保护设置界面

“测试信息”栏用于设置测试的电机、桨等信息，便于系统自动生成测试报告用

“出厂设置”栏用于进入开发者模式，可以设置测试台计算参数，此模式用于设备调试，普通用户请勿操作。